

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Katedra mechanické technologie - 345**

**Návrh optimálního toku materiálu v podniku ISOTRA a.s.**

The Design Optimal Flow of Material in the Company ISOTRA  
a.s.

**Student:**

**Lukáš Hykel**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Dr. Ing. Pavel Skalík**

**Ostrava 2013**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra mechanické technologie

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Lukáš Hykel**

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2301R040 Průmyslové inženýrství

Téma:

Návrh optimálního toku materiálu v podniku ISOTRA a.s.  
The Design Optimal Flow of Material in the Company ISOTRA a.s.

Zásady pro vypracování:

1. Popis současného stavu materiálového toku.
2. Návrh variant materiálových toků, včetně kapacitních výpočtů.
3. Výběr optimální varianty řešení materiálového toku.
4. Ekonomický rozbor řešení materiálového toku.
5. Celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

ZELENKA, A., KRÁL, M. *Projektování výrobních systémů*. 1.vydání. ČVUT Praha, 1995. 365 s. ISBN 80-01-01302-2

ZELENKA, A., KRÁL, M., VIGNER, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1.vydání. SNTL Praha, 1984. 592 s.

SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť*. 1.vydání. Ostrava: VŠB – TU Ostrava 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9

SLAMKOVÁ, E. a kol. *Přemyslové inženýrství*. 1. vydání Žilinská univerzita v Žiline, 1997, 198 s.


KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., MIČIETA, B., MATUSZEK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. 1. vydání Žilinská univerzita v Žiline, 2000, 398 s. ISBN 80-7100-553-3

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Pavel Skalík**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013

  
prof. Ing. Jiri Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry

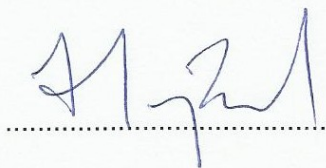


  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 17.5.2013



.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

- беру на ведоми, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- беру на ведоми, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 17.5.2013 .....

  
.....  
podpis

Jméno, příjmení a adresa trvalého pobytu autora práce:

Lukáš Hykel

Pod Palárnou 1018

Štramberk 74266

Česká republika

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

HYKEL, L. *Návrh optimálního toku materiálu v podniku ISOTRA a.s.: bakalářská práce.* Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 55 s. Vedoucí práce: Skalík, P.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací procesu výrobní linky pro žaluzii CETTA 80 ve firmě ISOTRA a.s. Cílem bakalářské práce byla optimalizace materiálových toků, kapacit linky a kapacit haly. Po stanovení cílů a zhodnocení současného stavu, byly vypracovány dvě varianty řešení. Kombinací obou variant vznikl optimální tok materiálu, který byl zadáním této bakalářské práce. Poté byla vyčíslena celková částka nákladů i nutných investic této varianty. Následně se spočítala doba návratnosti pouze při úsporách na režích zaměstnanců. V závěru práce nalezneme celkové roční úspory a také celkové zhodnocení této bakalářské práce a návrhu zvolené varianty.

## **ANNOTATION BACHELOR THESIS**

HYKEL, L. *The Design Optimal Flow of Material in the Company ISOTRA a.s.: Bachelor thesis.* Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2013, 55 p. Thesis head: Skalík, P.

This bachelor thesis deals with the optimization process production line for blinds Cetta 80 in company ISOTRA a.s. The aim was to optimize the material flow line capacity and capacity building of this work. I was developed two alternatives, after setting aim and assessing the current state,. Combination of both was optimal material flow, which was entering this bachelor thesis. Then the estimated total cost of the investment required and this variant. Subsequently, the calculated payback period of only savings for employee salaries. In conclusion, we find the total annual savings and the overall evaluation of this work and design of the variant.



## Obsah

Seznam zkratk .....	8
0 Úvod .....	9
1 Úvod do problematiky.....	10
1.1 Logistika.....	10
1.2 Materiálový tok .....	11
1.3 Firma ISOTRA a.s. ....	12
1.3.1 Historie a současnost .....	12
1.3.2 Směr vývoje .....	12
1.3.3 Výrobní program .....	14
1.3.4 Nástrojárna.....	17
1.3.5 Vlastní technologie.....	18
1.3.6 Výroba komponentů .....	18
1.4 Metoda ABC .....	19
1.4.1 Použití metody ABC.....	19
2 Popis současného stavu materiálového toku. ....	21
2.1 Tok materiálu k pracovišti A.....	22
2.1.1 Kapacita rolí.....	22
2.2 Pracoviště A.....	24
2.2.1 Válcovací trať TPL 4 .....	24
2.3 Tok materiálu do pracoviště B .....	26
2.4 Pracoviště B.....	26
2.5 Tok materiálu do pracoviště C z pracovišť A a B .....	27
2.6 Pracoviště C.....	28
2.7 Tok materiálu mezi pracovišti C a D.....	30
2.8 Pracoviště D.....	30
2.9 Požadavky na optimalizaci .....	31
3 Návrh variant materiálových toků, včetně kapacitních výpočtů. ....	32
3.1 První varianta .....	32
3.1.1 Posun pracoviště B .....	32
3.1.2 Zavedení regálů pro role .....	32
3.2 Druhá varianta.....	35
3.2.1 První transformace.....	35

3.2.2 Druhá transformace .....	35
3.2.3 IT Podpora .....	36
3.2.4 Transport rolí.....	36
4 Výběr optimální varianty řešení materiálového toku .....	38
4.1 Transport rolí k válcovacím tratím .....	40
4.2 První transformace.....	42
4.3 Druhá transformace .....	43
4.4 IT podpora .....	43
4.5 Celkové zhodnocení času vybrané varianty .....	44
4.5.1 Roční kapacity .....	45
5 Ekonomický rozbor řešení materiálového toku .....	47
5.1 Celkové náklady vybrané optimalizace .....	47
5.1.1 Celkové náklady na optimalizaci .....	47
5.1.2 Roční úspora.....	47
5.1.3 Celková úspora za rok .....	50
5.1.4 Návratnost investice .....	50
6 Celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce .....	51
7 Závěr.....	52
8 Použité zdroje.....	53
9 Seznam příloh.....	56

## Seznam zkratek

$\Sigma$	suma
$\Sigma$ TAC	celková suma času
a.s.	akciová společnost
A-typy	nesériová výroba
bar	bar
C 80	CETTA 80
cm	centimetr
č.	číslo
dB	Decibel
hod	hodina
IT	informační technologie
Kč	koruna česká
Kč/hod	korun českých za hodinu
Kč/ks	korun českých za kus
kg	kilogram
ks	kus
kW	kilowatt
m	metr
m/s	metrů za sekundu
m <sup>3</sup> /h	metrů krychlových za hodinu
min.	minuta
mm	milimetr
Obr.	obrázek
RAL	vzorník barev- ReichsAusschuss für Lieferbedingungen (Říšský výbor pro dodací podmínky)
role	svitek
s.r.o.	společnost s ručeným omezeným
VDC	Vehicle Dynamics Control



## 0 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá optimalizací materiálového toku stěžejního představitele sortimentu firmy ISOTRA. Zaměřením této optimalizace je produkt CETTA 80. Jedná se o venkovní žaluzii s elektrickým pohonem. Pro danou optimalizaci se zaměříme na hlavní linku produktu CETTA 80 ve výrobní hale V20, která je v provozu od roku 2004.

Linka CETTA 80, společně s linkou produktu ZETTA 90, je nejdůležitější linkou výrobního sortimentu firmy ISOTRA. V případě zlepšení toku materiálu produktu CETTA 80, by bylo možné zkrátit dodací lhůty, popřípadě možnost navýšení objemu přijatých zakázek. Z důvodu lepší konkurence schopnosti i dvou předešlých důvodů jsem se zaměřil na zkrácení celkového času ( $\sum TAC$ ) potřebného k výrobě jednoho kusu.

# 1 Úvod do problematiky

## 1.1 Logistika

Slovo „Logistika“ vzniklo na začátku 19. století v době napoleonských válek, kde jeho význam znamenal souhrn zásob munice, jídla a žoldu do předsunutých vojenských táborů. Později byli vyčleněni na logistiku důstojníci, jež měli ve druhé světové válce zajistit přísun materiálu armádě.

V hospodářství a obecně i průmyslu slovo logistika začalo nabývat důležitosti až v 80 letech 20. století, kde docházelo k masivní sériové výrobě a bylo zde nutné se zabývat logistikou jak ji známe dnes. Logistika byla například známá pod pojmem TUL (Transport, Umschlag und Lagerungsprozesse) v Anglii pak jako Physical Distribution management. Logistika přišla s obrovskými průmyslovými závody, Clustery a snahou o minimalizaci nákladů. Jde o minimalizování nákladů na dopravu přepravu a to nejen mezi firmou, ale i v ní. Výsledkem logistiky by mělo být takové uspořádání a chod hmotných i nehmotných prostředků při nejnižších nákladech a maximální úspoře času.

Logistika a její činnosti nemají technologický charakter, mají pouze nehmotný. Nemění daný produkt, nevytváří a ani se na něm nijak nepodílí. Avšak velmi značnou mírou se podílí na jeho konečné ceně. A z tohoto důvodu se začala vyvíjet logistika jako samostatná disciplína, která má nehmotný charakter a tudíž je žádoucí, aby prostředky vynaložené takto ve výrobku byly co nejmenší. A to s cílem o dosažení co nejkratší cesty mezi dvěma požadovanými stanovišti s maximální úsporou času a peněz.

Logistika se dělí na mnoho částí a kategorií. Pro tuto bakalářskou práci je důležitá průmyslová logistika neboli výrobní. Ta zahrnuje jak oblast zásobování surovin a materiálem, tak přesuny polotovarů uvnitř výroby mezi jednotlivými stanovišti, ale přesun hotového výrobku z výrobního procesu. Tato část patří do tzv. podpory výroby (ta dále spadá pod Zhodnocovací proces), mnohdy označována jako řízení materiálového hospodářství. [1]

Logistika podniku je kompletní souhrn všech logických řetězců a jejich podskupin, materiálových toků, dané firmy. Jde o efektivní nástroj vysokého managementu jak v co nejkratší době i trase protáhnout materiál firmou ke konečnému výrobku a jeho expedici. V rámci tohoto řetězce má největší význam materiálový tok.

*„Logistika je efektivní rozmístění zdrojů v čase, logistika je strategické řízení celého dodavatelského řetězce“ [2] (British Institute of Logistics).*

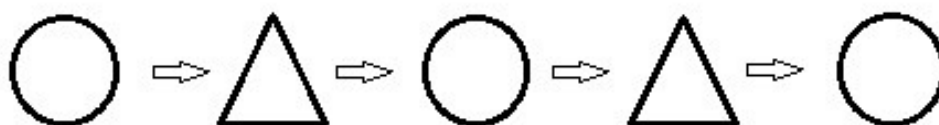
*„Logistika je organizace, plánování, řízení a výkon toků zboží vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích“ [3] (Evropské logistické asociace).*

## 1.2 Materiálový tok

Materiálový tok je posun daného materiálu, který je cíleně řízen po určité trase. Ideální trasou materiálového toku je nejkratší cesta, přímka. Kromě trasy vlastního materiálu pak také stanovuje jakými prostředky (ať už dopravními pásy, posuvnými regály, nákladními auty, manipulačními jeřáby, nebo vysokozdvížnými vozíky) bude daný materiál po určené trase přesouván.

Pokud chceme stanovit optimální trasu materiálového toku, je nutné kalkulovat jak s jednotkou času, tak s měnovou. Jakákoli manipulace s daným materiálem ve stanovené trase navíc se negativně odrazí nejen v prodloužení doby výroby, ale také s ní spojenou nákladovostí. Jednak z příjmu zakázek, které by mohly být poptány navíc, ale také náklady na manipulaci materiálu. Podnik, který chce udržet svou prosperitu, by neměl a nesmí podceňovat přínos optimalizace ve výrobě. [4]

### Zjednodušené schéma materiálového toku



Obr. 1.1 Zjednodušené schéma materiálového toku

Kružnice si můžeme představit jako samotné činnosti (například opracování obrobku, nebo konkrétní stroj). Pak trojúhelníky budou značit skladování polotovarů a šipky jejich toků. Ke skladování dochází ve chvíli, kdy ve výrobním procesu nedokážeme sladit dvě mezi sebou následující operace, nebo pokud je to cílené. V prvním případě jde o to, že například za sebou jdoucí dva výrobní stroje mají rozdílné časy zpracování, opracování daného výrobku. Pak je nutné mezi takovými stroji, nebo částmi výrobních úseků zřídit sklad. Pro příklad můžu uvést, že pokud první část je pomalejší než druhá bude muset jet na více směn a předzásobit polotovarem druhou část a naopak.

Skladování ovšem neznamená vždy jen problém. V mnoha situacích se setkáme s opakem. Mnohdy se setkáme se situacemi, kdy z určitého důvodu sklad využijeme. Například při špatné jakosti materiálu, nebo při nechtěném zmetku nahradíme bez ztráty času linku, či poruše stroje ve výrobním procesu.

*„Hospodárná manipulace s materiálem vyžaduje nejen mechanizaci manipulace, ale i odstranění zbytečných manipulačních operací. Odstranění ztrát, se dosáhne především vytvořením usměrněného toku materiálu závodem. Usměrněný tok určuje nejvýhodnější cesty pohybu bez zbytečného překládání pro největší objem materiálu“ [5].*

## **1.3 Firma ISOTRA a.s.**

### **1.3.1 Historie a současnost**

Společnost ISOTRA a.s. byla původně založena dvěma společníky jako společnost s ručením omezeným v Bolaticích v roce 1992. Prvotní směr společnosti byl velkoobchod s těsněním do klasických dřevěných oken včetně samotné montáže. Z toho vznikl název ISOTRA. Izolace (isolation)- ISO, a obchod (trade)- TRA. V té době začal nárůst poptávky po žaluziích, a tak v roce 1993 došlo k rozšíření o jejich montáže a později i o vlastní výrobu. Neustálá snaha o zdokonalení žaluzií a služeb vedla v roce 1995 k výrobě vlastních součástí k žaluziím i ostatním výrobkům stínící techniky.

### **1.3.2 Směr vývoje**

Tato neustálá snaha zlepšování vlastních produktů, vývoji nových komponent a hledání nových technologií dovedla společnost ISOTRA a.s. k dnešní podobě. ISOTRA

a.s. disponuje 6 výrobními halami, vlastním vývojem, projekční kanceláří, moderní nástrojárnou a v posledních letech i lisovnou termoplastů.

Díky kvalitnímu technickému zázemí a odbornosti svých zaměstnanců dokázala ISOTRA vypracovat komplexní technologii, vypracované postupy s vlastním vývojem a výzkumem a to nejen v designu a konstrukce, ale i v úspoře energie. Díky svému neustálému vývoji zlepšování vlastních postupů se ISOTRA dostala mezi přední výrobce stínící techniky, a to i ve světě. Jejich úspěchy podtrhují i dva světové patenty v oblasti technického řešení žaluzií.

Ve společnosti pracuje kolem 400 zaměstnanců, kteří se podílejí na chodu firmy. ISOTRA exportuje bezmála do 30 zemí světa. Od roku 2000 se pravidelně co tři roky účastní největšího světového veletrhu stínící techniky R+T ve Stuttgartu, na kterém pravidelně představuje nová technologická řešení výroby či montáže žaluzií.

ISOTRA je synonymem více než dvacetileté tradice, spolehlivosti, nevyčíslitelné investice do vývoje, použití výhradně kvalitních materiálů, technické vyspělosti a zaručené kvalitě.

Dosažené certifikáty:

- Prohlášení o shodě TPL 4
- Certifikát p. 17 TPL v4
- Certifikát p. 18 TPL v4
- Certifikát p. 24 TPL v4
- Certifikát IGP 5803
- Certifikát IGP 5807
- Certifikát Qualicoat
- ČSN EN ISO 9001:2009



Obr. 1.2 Certifikát ČSN EN ISO 9001:2009 [6]

### 1.3.3 Výrobní program

ISOTRA nabízí velice rozsáhlou nabídku zákazníkovi. Díky možnosti širokého výběru technického provedení a také paletě designů a barev RALu dokáže firma vyjít vstřícně téměř všem. A pokud by ani to nestačilo, je možné si na zakázku objednat A-typy. Výrobky bychom mohli rozčlenit do tří sekvencí:

- exteriérové,
- interiérové,
- Eurookna a dveře.

### Exteriérové produkty

- Žaluzie
  - jsou hlavním výrobním produktem ISOTRY. Zde patří i řešená CETTA 80.



Obr. 1.3 Žaluzie CETTA 80 [7]



Obr. 1.4 Žaluzie CETTA 80 [8]

- Sítě proti hmyzu
- Markýzy



Obr. 1.5 Markýza [9]



Obr. 1.6 Košová markýzy [10]

- Screeny a předokenní rolety



Obr. 1.7 Screeny [11]

Obr. 1.8 Rolety [12]

### Interiérové produkty

Interiérové výrobky svou různorodostí a všestranností najdou uplatnění téměř v každém interiéru.



- Žaluzie



Obr. 1.9 Žaluzie [13]

Obr. 1.10 Žaluzie [14]

- Japonské stěny



Obr. 1.11 Japonská stěna [15]

Obr. 1.12 Japonská stěna [16]

- Rolety, Plissé



Obr. 1.13 Roleta [17]

Obr. 1.14 Plissé [18]

### 1.3.4 Nástrojárna

#### Softwarové vybavení

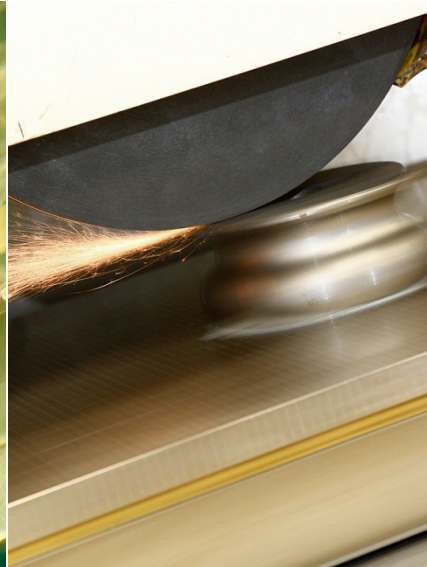
- Obrábění: Featurecam, Powermill
- Modelování: Solidworks
- Konstrukce: Solidworks, AutoCAD

Díky vlastnímu oddělení konstrukce, dokáže ISOTRA zabezpečit kompletní výkresovou dokumentaci pro celou výrobu. Nástrojárna je hlavně používána k vlastním účelům vývoje a výzkumu, ale nabízí i mnoho služeb pro zákazníka. Nabízí sériovou a kusovou výrobu u:

- vstřikovacích forem na plasty,
- střižných a lisovacích nástrojů,
- jednoúčelových stříhadel,
- kovárenského nářadí (zápustky, kovací vložky, ostříhy),
- speciálních přípravků a měřidel,
- válcovacích tratí tenkostěnných profilů,
- dělového vrtání na horizontálních vyvrtávacích.



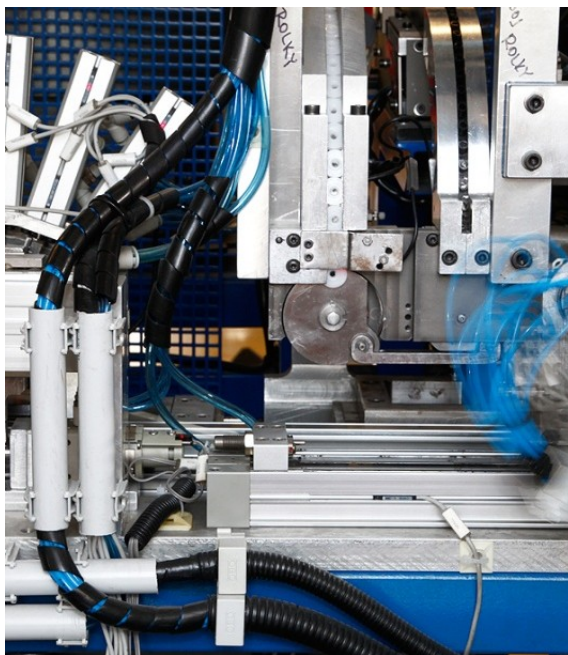
Obr. 1.15 Vstřikování formy [19]



Obr. 1.16 Broušení [20]

### 1.3.5 Vlastní technologie

Zázemí kvalitního vývoje, konstrukce, nástrojárny a vlastních komponent schopných si vyrobit, dává možnosti výroby nejen stínící techniky. ISOTRA není zaměřena pouze na svoje výrobky, ale i na výrobu vlastních komponent, profilovacích tratí, střížen a celkových technologických úseků pro výrobu stínící techniky.



Obr. 1.17 Vlastní stroje [21]

### 1.3.6 Výroba komponentů

Důležitým prvkem ve výrobě je také výroba plastových komponent a výlisků, které tvoří převážnou část výroby pro vlastní potřebu. Patří mezi ně například úchytky, kryty, vodící jezdce případně úchyty pro řetízek. Dále se pak vyrábí hliníkové a plechové komponenty. Například krycí plechy pro exteriérové žaluzie a rolety. Zbytek volných kapacit slouží pro výrobu zákazníkům ze strojírenství i elektroprůmyslu. V neposlední řadě stojí za zmínku vlastní prášková lakovna, která je zaměřena na komaxitování hliníkových profilů, plechů a dílů v mnoha barvách RALu pro výrobu vlastních žaluzií popřípadě na zakázku.

## 1.4 Metoda ABC

Základem metody ABC je Paretova analýza, kterou můžeme díky širokému uplatnění formulovat jako 80% příčinu všech 20% možných příčin. V kontextu této bakalářské práce to znamená, že 20% položek z celkového sortimentu tvoří 80% celkového obrátu firmy.

Z toho vyplývá se zaměřit na těch 20%, které tvoří hlavní příjem firmy. Metoda ABC vlastně umožňuje zaměřit se pouze na klíčovou výrobu a tím udržet finanční stabilitu. Poměr 20%: 80% je pouze rámcový a může se mnohdy odchýlit.

### 1.4.1 Použití metody ABC

Pro výpočet ABC analýzy jsem vzal hodnoty za rok 2012. Z celkového ročního obrátu a ceny za kus můžeme spočítat celkový počet daného výrobku za rok. V ABC analýze se právě tento vztah používá nejčastěji.

Zjistil jsem roční spotřebu v kusech a spolu s cenou za kus vynásobil. Pro tuto analýzu jsem vybral 5 vrcholových představitelů v obrátu firmy. Tři z nich představují venkovní rolety/ žaluzie, další z nich je síť proti hmyzu a poslední je krycí plech na zásobníky venkovních žaluzií. Ze součtu všech ročních spotřeb (Kč) získáme celkovou spotřebu za rok.

Z ročního obrátu dané položky a z celkového ročního obrátu vypočítáme procentuální podíl dané položky na ročním obrátu firmy ISOTRA , pomocí vzorce:

$$\text{Hodnota ročního obrátu [\%]} = \frac{\text{Hodnota ročního obrátu [Kč]}}{\text{Celkový roční obrat [Kč]}} \times 100$$

Poté co vypočítáme/zjistíme všechny informace, vypočteme hodnotu ročního obrátu v % si z v tabulce určíme představitele, jež zastupují prioritní skupinu A, pak neméně důležitou skupinu B a nakonec skupinu C. Toto rozdělení jsem zvolil podle procentuálního obrátu ve firmě mezi vrcholovými pěti představiteli. Tři z nich představují venkovní rolety/ žaluzie, další z nich je síť proti hmyzu a poslední je krycí plech na zásobníky venkovních žaluzií. V celkovém měřítku všech produktů a služeb by všech pět vybraných produktů patřilo bezpochyby do skupiny A.

## ABC analýza pro výběr střežního výrobku firmy ISOTRA

Tab. 1.1 Pět nejdůležitějších představitelů

Číslo položky	Název výrobku	Cena [Kč]	Roční spotřeba [ks] 2012	Hodnota ročního obratu [Kč]	Hodnota ročního obratu [%]
1	ROLETA VENKOVNÍ VIVERA	4514	956	4 315 140	4,08
2	Síta INSECTA OKENNÍ C2	341	15 668	5 339 458	5,05
3	Cetta 80 - OVLÁDÁNÍ MOTOREM	5047	8 606	43 433 001	41,07
4	Zetta 90 - OVLÁDÁNÍ MOTOREM	6054	7 153	43 307 205	40,95
5	Krycí plechy	802	11 677	9 364 584	8,85
			<b>Celkový roční obrat [Kč]</b>	105 759 388	

Tab. 1.2. Výběr střežního výrobku

Číslo položky	Hodnota ročního obratu [%]	ABC	Název výrobku
3	41,07	A	Cetta 80 - OVLÁDÁNÍ MOTOREM
4	40,95	A	Zetta 90 - OVLÁDÁNÍ MOTOREM
5	8,85	B	Krycí plechy
2	5,05	C	Síta INSECTA OKENNÍ C2
1	4,08	C	ROLETA VENKOVNÍ VIVERA

Pomocí hodnoty ročního obratu [%], jsem seřadil dané výrobky dle jejich důležitosti. Z ABC analýzy je zřejmé, že střežními výrobky jsou CETTA 80 a ZETTA 90 (obě ovládány motorem). Pro svou bakalářskou práci jsem si vybral výrobek CETTA 80, jenž tvoří  $\cong 41\%$  ročního obratu firmy.



## 2 Popis současného stavu materiálového toku.

V této kapitole jsem zhodnotil současný stav toku materiálu v hale s označením V20\_LT2004. V této nejnovější hale firmy ISOTRA probíhá výroba exteriérových žaluzií, včetně řešeného výrobku CETTA 80. Celý výkres je součástí přílohy. Zde jsem rozebral tok materiálu v hale V20\_LT2004 a čas na daných pracovištích. Výkres haly V20\_LT2004 je v příloze.



Obr. 2.1 Výroba exteriéry [22]

Celkový čas spolu se zjednodušených technologickým postupem a rozmístěním dělníků na lince je součástí přílohy. Celkovou výrobu výrobku CETTA 80 jsem rozdělil do čtyř pracovišť. Pro zjednodušení jsem použil označení daných pracovišť písmeny A, B, C a D.

## 2.1 Tok materiálu k pracovišti A

Do haly se přivezou palety s namotaným plechovým profilem (role- svitky) o maximální tloušťce 113 mm. Tento plech už má požadovanou barvu RALu. Skladovací plochy jsou zaznačeny zeleně. Z toho plocha č. 1 je pouze plocha na zemi, plocha č. 2 je vertikální regál. Z těchto regálů pak dělník sundá jeden kotouč namotaného plechu o hmotnosti cca 100 kg pomocí portálového jeřábu. Ten pak převeze k válcovací trati C 80 s nápletem. Pomocí portálového jeřábu nasadí roli na odvíjení válcovací tratě, ze kterého si válcovací trať poté bere plech.

### 2.1.1 Kapacita rolí

#### Skladovací plocha č. 1

*plocha č. 1(ks) = max.počet rolí na podlaze × max.počet rolí nad sebou*

*plocha č. 1(ks) = 11 × 6*

*plocha č. 1 = 66 ks*

#### Skladovací plocha č. 2

Počet polic je brán jako počet polic, jež jsou schopny nést plné zatížení.

*plocha č. 2(ks) = max.počet rolí v jedné polici × počet polic*

*plocha č. 2(ks) = 8 × 8*

*plocha č. 2 = 64 ks*



## Celkový počet rolí

*Max.kapacita rolí(ks) = plocha č. 1 + plocha č. 2*

*Max.kapacita rolí(ks) = 66 + 64*

*Max.kapacita rolí = 130 ks*



Obr. 2.2 Skladovací plocha č. 1



Obr. 2.3 Skladovací plocha č. 2

## 2.2 Pracoviště A

Zde je částečně automatizované pracoviště s válcovací tratí TPL 4. Dochází k odvíjení plechu ze zásobníku do válcovací tratě s následným prostřihem pro TEX (textilní páska vedená skrz lamely, která složí k zvedání lamel), pro vodička do vodičích lišt a jiné nutné prostřihy. Na konci tratě dochází k automatickému nápletu žebříčku a následný stříh lamely. Po dokončení jedné žaluzie se hromadně lamely obalí na krajích a uprostřed balící fólií pro lehčí manipulaci a přenesou na pojízdný regál. A proces se opakuje.



Obr. 2.4 Válcovací tratě TPL 4

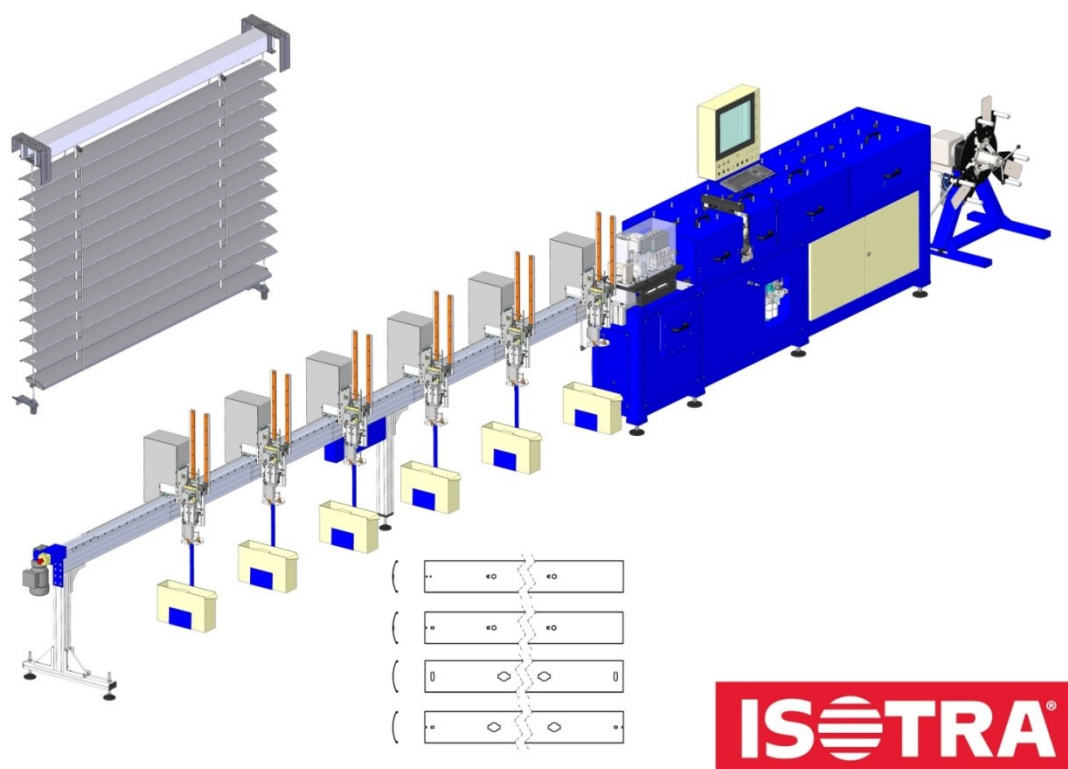
### 2.2.1 Válcovací trať TPL 4

Tato válcovací trať je výrobkem firmy ISOTRA jako i ostatní válcovací tratě. Tyto tratě byly navrženy pro univerzální použití ve výrobě všech exteriérových žaluzií CETTA 65, 80 a 80-Flexi a ZETTA 70 a 90.

## Funkce TPL 4

- tvaruje plech (polotovary) do příslušného tvaru,
- stříhá všechny prostřihy,
- stříhá lamelu na požadovanou délku,
- po výměně nástavců schopna tvarovat i A-typy,
- díky propojení s počítačem a automatickým posuvem všech střížných komponentů i navlékacích stojánků žebříčku je možné snadně a rychle změnit parametry žaluzie během provozu,
- možnost napojení k síti Ethernet,
- možnost značení komponentů pomocí štítků nebo inkjet,
- rychlá výroba a přesnost.

## Válcovací trať TPL 4



Obr. 2.5 Schéma válcovací tratě TPL 4 [23]

Tab. 2.1 Parametry válcovací tratě TPL 4

PARAMETRY	HODNOTA
Max. šířka	1000 mm
Max. výška	1850 mm
Celková délka	5000 mm
Celková hmotnost	2500 kg
Rychlost válcování	max. 1m/s
Produkce 1m/min.	Max. 5 ks
Vstupní tlak	6 - 10 bar
Pracovní tlak	6 bar
Spotřeba vzduchu tlaku vzduchu	5m <sup>3</sup> /h
Napájecí napětí	3+N+PE 400/230V 50Hz TN-S
Výkon	2,7 kW
Hladina hlučnosti	85dB

## 2.3 Tok materiálu do pracoviště B

Do haly se přivezou palety s potřebnými komponenty pro pracoviště. Palety jsou rozmístěny u pracoviště následujícím způsobem. Číslo 1, 2 a 3 představují palety s boxy s díly.

## 2.4 Pracoviště B

Na tomto pracovišti se kompletují díly společně do kanálu. Kanál je označení pro U profil pozinkovaného plechu (zobrazen na obr. 1.7., do něhož se komponuje motor s hřídelí i s ložiskem pro TEX. Tady je jeden dělník, který obsluhuje válcovací trať VT TPL 4 U-profil. Další do hotových U profilů montuje z palet motor a komponenty na text a hřídel. Poté si odměří potřebnou délku a ustříhne požadovanou délku hřídele, kterou tam poté nasune a takto složenou sestavu dá na pojízdný regál, který dále putuje na pracoviště C.





Obr. 2.6 Válcovací trať kanálu



Obr. 2.7 Montáž kanálu

## 2.5 Tok materiálu do pracoviště C z pracovišť A a B

Pomocí již zmíněných pojízdných regálů se převezou připravené kanály a nastřižené lamely na pracoviště C, kde dále pokračuje výrobní proces.



Obr. 2.8 Pojízdné regály s pakety lamel z válcovací tratě

## 2.6 Pracoviště C

Na pracovišti C jde o ruční část výroby. Dochází ke spojení kanálů s lamelami. Nejprve vezme dělník lamely z regálu a položí je na stůl, kde odstraní balicí pásku a lamelami navleče TEX, který se na tomto pracovišti také šije. Po navlečení TEXu do lamel se z horní části navleče TEX do ložiska v kanálu. Na délce lamely záleží počet TEXu. Ze spodní části se pak připevní na TEX spodní lišta. Ta je odebíraná jako hotový výrobek, který se na pracovišti C nastříhá na potřebnou velikost. Následuje spojení žebříků s ložisky. Takto spojená exteriérová žaluzie se zavěsí na seřizovací stojan. Tam každá žaluzie projde seřízením a kontrolou. Dojde ke zkontrolování motoru a seřízení TEXu, aby se žaluzie stahovala rovnoměrně.





Obr. 2.9 Seřizování žaluzií



Obr. 2.10 Nacvaknuté vodítka



## 2.7 Tok materiálu mezi pracovišti C a D

Na konci seřízení se žaluzie vytáhne a poté sundá se závěsu. Poté dělník přenese žaluzii přímo na odkládací stůl, popřípadě na odkládací regál, kde dojde k zabalení žaluzie.

## 2.8 Pracoviště D

Jak už jsem zmínil pracoviště D je závěrečnou částí výrobní linky. Zde dochází k balení žaluzií, k jejich označení a následné expedici dané zakázky ven z haly na rampu. Kde jsou převezeny do expedičního skladu a poté rozvezeny zákazníkům.



Obr. 2.11 Balení žaluzií

Tab. 2.2 Celkové časy současného stavu

	$\Sigma$ TAC (min)
<b>Celkový čas pro úkony na jedné žaluzii</b>	109,4
<b>Celkový čas potřebný pro výrobu jedné žaluzie</b>	74,1

## **2.9 Požadavky na optimalizaci**

Díky zvýšené poptávce po exteriérových žaluziích přes období jaro- podzim byl požadavek na zkrácení výroby 1 kusu žaluzie. Z důvodů zvýšené poptávky je nutné přes tyto měsíce mít zavedený vícesměnný provoz, aby se všechny poptávky stihly v termínu. Pokud by došlo k zefektivnění výroby a ušetření času, mohlo by se zůstat u jednosměnného provozu, popřípadě mnohem výhodnější varianty, a to nabrání většího množství zakázek, za ten samý čas, ale mnohem větší ziskovostí.

### **Snížení času pro jednu žaluzii**

Provést analýzu linky CETTA 80 a zhodnotit stávající stav se snahou o zkrácení času  $T_{AC}$ , zjednodušením výrobní linky, efektivnějším využitím pracovní síly a z toho plynoucí nákladovostí. Z toho navrhnout případné změny a vylepšení pro zefektivnění výrobního procesu.

### **Navržení vlastních nástrojů**

Díky vysoce vybavené nástrojárně, možnost vlastního návrhu a pozdější realizace.

### **3 Návrh variant materiálových toků, včetně kapacitních výpočtů.**

Po celkové analýze současného stavu jsem vypracoval dvě možné varianty řešení materiálového toku pro výrobek CETTA 80, které by pomohly zefektivnit výrobu daného výrobku.

#### **3.1 První varianta**

U této varianty jsem se zaměřil na lepší rozmístění pracovišť. Konkrétně posun pracoviště B a lepší skladování plechových rolí před vložením do válcovací tratě.

##### **3.1.1 Posun pracoviště B**

Tento posun bych rozdělil na dvě možné varianty řešení v umístění pracoviště B v hale V20. V hale V20 leží pracoviště B jako jediné mimo přímku celé linky CETTY 80.

V prvním případě by bylo možné při zmenšení prostoru mezi válcovacími tratěmi o 5 cm mezi každou o podélné přemístění válcovací tratě pro kanál vedle válcovacích tratí lamel.

V druhém případě je možnost zaměnit pracoviště B se skladem komponent uprostřed haly. Toto by mělo za následek lepší komunikace v přesunu materiálu z pracoviště B do pracoviště C, kde by byl přesun po kolmici od přímky linky, a tudíž by bylo toto uspořádání rychlejší a mobilnější než v původním stavu.

##### **3.1.2 Zavedení regálů pro role**

V návrhu řešení vznikají dvě možná místa pro regály s rolemi. V prvním případě vznikne místo na pracovišti B, kde by bylo možné regály umístit. Toto místo se nachází hned vedle vstupních vrat materiálů, takže by bylo snadné a rychlé uskladnění rolí.

Druhé místo by vzniklo již na částečně zavedené skladovací ploše hned podél zdi za válcovacími tratěmi. S tím rozdílem, kdy zavedeme vhodný regál a zvýšíme kapacitu skladovací plochy.

Pro toto uskladnění jsem zvolil dva typy regálů, které odpovídají uskladněnému materiálu.

### **Podélný regál**



Obr. 3.1 Podélný regál [24]

### **Konzolový regál**






Obr. 3.2 Konzolový regál [25]

U obou regálů jsou rozměry dané zákazníkem. V případě firmy ISOTRA při zvolení vhodného regálu došlo k vlastní výrobě samotného regálu. Dále jsem navrhl manipulační zařízení pro přesun materiálů z regálů na odvíjení válcovací tratě.



Obr. 3.3 Odvíjení válcovací tratě

Tab. 3.1 Výběr ručního vysokozdvížného vozíku

<b>Firma</b>	A J Produkty s.r.o.	A J Produkty s.r.o.	Konstruktis Delta s.r.o.
<b>Název</b>	Mini zdvihák [26]	Ruční hydraulický vozík [27]	Vysokozdvížný vozík CYSE40-15 [28]
<b>Nosnost (Kg)</b>	400	1000	400
<b>Max. výška zdvihu (mm)</b>	1500	1600	1410
<b>Vnitřní rozteč vidlic (mm)</b>	330	340	330
<b>Cena (Kč)</b>	<b>13900</b>	<b>18030</b>	<b>8990</b>
<b>Detail</b>			

Tab. 3.2 Celkové časy První varianty

	$\Sigma$ TAC (min)
<b>Celkový čas pro úkony na jedné žaluzii</b>	109,4
<b>Celkový čas potřebný pro výrobu jedné žaluzie</b>	74,1

## 3.2 Druhá varianta

V této variantě jsem ponechal současné rozmístění pracovišť, ale přehodil výrobu, popřípadě montáž komponentů na jiné pracoviště. V neposlední řadě jsem i navrhnul transport materiálu mezi skladovací plochou a pracovištěm A.

### 3.2.1 První transformace

Výroba TEXu, jak už bylo zmíněno, probíhá nyní na pracovišti C, kde je nutné mít na to dělníka, který TEX navléká. Při špičce ve výrobě i více. Tito zaměstnanci se poté musí zabývat navlékáním TEXu, místo toho aby mohli seřizovat další žaluzie. Proto bych přesunul navlékání TEXu na pracoviště A. Zde dělník má v popisu práce nasazení role na odvíjení válcovací tratě. Poté zadání zakázky do válcovací tratě a kontrolu vlastního chodu. U této kontroly dochází vzhledem k přesné válcovací trati k minimálním procesům na přerušení, takže dělník má v aktivní práci značné prostoje. Při výjezdu z válcovací tratě jsou lamely srovnané a je možné na odkládací ploše tímto dělníkem navlékat TEX. Tento čas se ukáže jako nulový, protože je menší než čas válcování jedné sady žaluzií. Díky tomu dosáhneme nejen zrušení tohoto času na pracovišti C, ale taky ten čas můžeme například vložit do seřízení žaluzií, tudíž se dostaneme na dvojnásobek.

### 3.2.2 Druhá transformace

Tato transformace bude finančně náročnější s delší dobou návratnosti, ale vzhledem k záměrům firmy, neméně důležitá. Opět půjde o přesun z pracoviště C do pracoviště A. V tomto případě půjde o nasazení vodiček z boku do lamel. Standardně se nacvakávají z obou stran, tak že každá lamela má jedno vodičko a to vždy na střídačku levá a pravá strana. I toto obsluhuje jeden dělník a jeho uvolněním zase čas nacvakávání bude roven nule. Plus čas ušetřený využijeme jinde, tudíž opět máme dvojnásobnou výhodu. Návrh spočívá ve vytvoření plně automatizovaných nástavců se zásobníky vodiček, které se budou na válcovací trati automaticky nacvakávat. Vzhledem k navrženým automatizovaným jezdícím boxům bude možné nastavit délku lamely. Tento proces bude pomalejší než prostřihy a stříhání lamely tudíž bude čas roven nule.

### 3.2.3 IT Podpora

Z důvodů přesunutí těchto dvou prvků montáže na pracoviště A je vhodné ubrat o jeden úkon dělníku na pracovišti A. Při využití DATA kabelů po firmě ale i v hale bych navrhoval zadávání zakázek přímo z kanceláře. Poté by přišel jen dělník k válcovací trati, nasadil roli, zvolil zakázku a zapnul válcovací trať, vše ostatní by bylo už naprogramované z kanceláře, takže by dělník nemusel zavádat rozměry přímo ve výrobě a tím bychom taky ušetřili celkový čas pracoviště A, a tím zrychlili celkově výrobu.

### 3.2.4 Transport rolí

Jak jsem již zmínil, do pracoviště se role přemístí pomocí portálového jeřábu, který je velký a pro manipulaci s ním na lince mnohdy obtížný, posléze se nasazují na odvíjení. Do tabulky uvedené níže jsem vybral představitele, jež splňují podmínky pro transport.



Obr. 3.7 Dílenský jeřáb [29]

Tab. 3.3 Parametry dílenského jeřábu

PARAMETRY	HODNOTA
Nosnost (kg)	2000
Vlastní hmotnost (kg)	92
Výška zdvihu (mm)	2300
Délka ramene (mm)	max. délka ramene 1590
Rozměr základny (mm)	790 x 1840
Rozměry složeného jeřábu (mm)	650 x 790 x 1700
Cena (Kč)	5 190



## Možné varianty C-háku

Tab. 3.4 Výběr C-háku

Firma	TEDOX s.r.o.	TESORT s r.o.	VINGU
Název	CHP 500/50-125 [30]	C hák překlápěcí [31]	C33.005.002 [32]
Nosnost (kg)	500	400	500
Vlastní hmotnost (kg)	9	8	10
Délka ramena (mm)	50- 125	70-105	100- 200
Výška háku (mm)	500	750	650
Cena (Kč)	<b>10 316</b>	<b>9 970</b>	<b>11 965</b>
Detail			

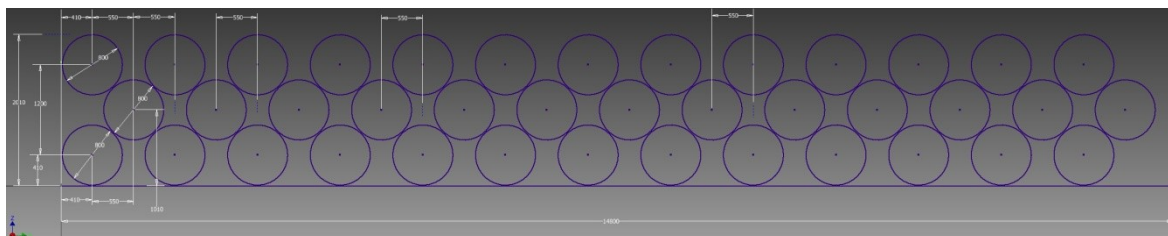
Tab. 3.5 Celkové časy Druhé varianty

	$\Sigma$ TAC (min)
Celkový čas pro úkony na jedné žaluzii	109,4
Celkový čas potřebný pro výrobu jedné žaluzie	55,1

## 4 Výběr optimální varianty řešení materiálového toku

Po zhodnocení předchozích variant a analýzou možností haly jsem dospěl optimální variantě řešení. Tato varianta je kombinací dvou předchozích variant. Z první varianty použijeme posun válcovacích tratí a následné zbudování regálu podél zdi a druhou variantu použijeme celou. Podélný regál má jen jedno patro, tudíž nelze využít prostoru nad ním. Z tohoto důvodu volím konzolový regál.

### Konzolový kombinovaný řadový regál



Obr. 4.1 Schéma konzolový kombinovaný

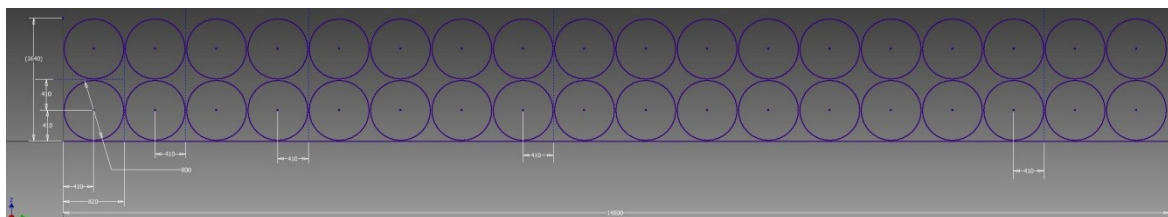
$Max. počet\ rolí(ks) = počet\ závěsů \times počet\ rolí\ na\ jednom\ závěsu$

$Max. počet\ rolí(ks) = 39 \times 6$

$Max. počet\ rolí = \underline{234\ ks}$

Tento regál má vysokou výšku závěsu poslední řady. Také vzhledem k počtu svítek by byla náročná konstrukce, co se týče hmotnosti. Z toho důvodu volím konzolový řadový regál, který dostačuje požadavkům. Oba výkresy jsou součástí přílohy.

## Konzolový řadový regál



Obr. 4.2 Schéma konzolový řadový

$Max. počet\ rolí(ks) = počet\ závěsů \times počet\ rolí\ na\ jednom\ závěsu$

$Max. počet\ rolí(ks) = 32 \times 6$

$Max. počet\ rolí = \underline{192\ ks}$

Tento regál by zaujímal skladovací plochu č. 2, přičemž by mohl mít ihned k dispozici až 32 nejpoužívanějších barev. Původní regál by se rozdělil a přesunul na skladovací plochu č. 1. V tomto regálu by zůstaly role s méně frekventovanými barvami.

$Max. kapacita\ rolí(ks) = počet\ na\ ploše\ č.\ 1 + počet\ na\ ploše\ č.\ 2$

$Max. kapacita\ rolí(ks) = 64 + 192$

$Max. kapacita\ rolí = \underline{256\ ks}$

Tab. 4.1 Kapacita rolí

	počet rolí (ks)
<b>Současná kapacita</b>	130
<b>Navržená kapacita</b>	256
<b>Navýšení o</b>	<b>126</b>

## 4.1 Transport rolí k válcovacím tratím

Pro transport k válcovacím tratím jsem vybral dva možné manipulační stroje. Ruční vysokozdvíhací vozík, který je dle mého názoru nejlepší pro transport rolí pomocí vidlic z konzolového regálu na podavač. Vzhledem ke stálému místu skladovací plochy a nutnosti zvedání rolí nejen z regálu, ale i z podlahy, kde jsou položeny, se jeví jako nejlepší varianta dílenský jeřáb s C-hákem na zvedání svitků. Nejen, že dokáže plnit funkci podavače z regálu, ale dokáže taky pokrýt již zmíněný zdvih z podlahy.

### Výhody:

- Možnost použití dílenského zvedáku i na jiných pracovištích.
- Snadná manipulace.
- Relativně nízká pořizovací cena.

Z vybraných představitelů jsem zvolil dílenský jeřáb a nejvhodnější C-Hák.

### Dílenský jeřáb



Obr. 4.3 Dílenský jeřáb [27]

Tab. 4.2 Parametry dílenského jeřábu

PARAMETRY	HODNOTA
Nosnost (kg)	2000
Vlastní hmotnost (kg)	92
Výška zdvihu (mm)	2300
Délka ramene (mm)	max. délka ramene 1590
Rozměr základny (mm)	790 x 1840
Rozměry složeného jeřábu (mm)	650 x 790 x 1700
Cena (Kč):	<b>5 190</b>

## C-hák

Z vybraných parametrů C-háků jsem zvolil hák firmy TEDOX s.r.o., který má velkou nosnost a pro naše role klíčovou délku ramena. Tato tabulka C-háků byla sestavena z představitelů daných firem. Normálně tato výroba funguje na požadavcích zákazníka v každé firmě.



Obr. 4.4 C-hák [28]

Tab. 4.3 Parametry C-háku

Firma	TEDOX s.r.o.
Název	CHP 500/50-125
Nosnost (kg)	500
Vlastní hmotnost (kg)	9
Délka ramena (mm)	50- 125
Výška háku (mm)	500
Cena (Kč)	<b>10 316</b>

Dalšími změnami pro vybrané řešení budou obě transformace spolu s IT podporou. Tyto změny v oblasti výroby jsou nejdůležitější změnou pro danou optimalizaci.

## 4.2 První transformace

### Výhody:

- Ušetření času.
- Ušetření dělníka.
- Nulové náklady.

Přesun navlékání TEX pásky na pracoviště z pracoviště C. Tento pracovní úkon obsluhoval jeden dělník. Tento čas byl zredukován na nulu, přičemž došlo k ušetření času ve výrobě a také o snížení odměny dělníka za daný úkon.



Obr. 4.5 provlečená TEX páska

## 4.3 Druhá transformace

### Výhody:

- Znatelné ušetření času.
- Ušetření dělníka.

### Nevýhody:

- Vysoké počáteční náklady.
- Investice do vývoje.

Jak jsem už zmínil, v nevýhodách jde o vysoké počáteční náklady. Při tomto přesunu úkonu z pracoviště C, kde dojde také k vynulování času. Tato změna totiž počítá se zavedením automatického počítačově nastavitelného modulu zabudovaného na válcovací trati.

## 4.4 IT podpora



Obr. 4.6 Datové kabely

Ze současného obrázku jsou patrné datové kabely, které spojují válcovací tratě se systémem. Díky obsluhování a nastavení dané zakázky přímo z kanceláře nebudou vznikat prostoje mezi jednotlivými dávkami, kdy dělník musel zakázku zadávat ručně v hale.

#### 4.5 Celkové zhodnocení času vybrané varianty

Z následující tabulky lze vidět ušetřený čas na lince CETTA 80. Čas úkonový zůstal stejný, což je logické, pokud neměníme technologické postupy. Nicméně vhodnou úpravou prováděných úkonů mezi pracovišti, jsem dosáhl toho, že tyto úkony jsem odstranil kritické cesty linky.

$$\text{Čas výroby jednoho kusu}(ks) = \text{současný čas} - \left( \sum \text{ušetřených uzkých míst} \right)$$

$$\text{Čas výroby jednoho kusu}(ks) = 74,1 - (4 + 13 + 2)$$

$$\text{Čas výroby jednoho kusu} = \underline{55,1 \text{ ks}}$$

Tab. 3.4. Celkové časy zvolené varianty

	Původní čas (min)	Ušetřený čas (min)	Nový čas (min)
<b>Celkový čas (úkonový)</b>	109,4	0	109,4
<b>První transformace</b>	4	4	0
<b>Druhá transformace</b>	13	13	0
<b>IT podpora</b>	2	2	0
<b>Čas jednoho kusu</b>	<b>74,1</b>	<b>19</b>	<b>55,1</b>

Rozložení dělníků na lince je součástí přílohy.



#### 4.5.1 Roční kapacity

Celkem se za rok vyrobí 34 000 exteriérových žaluzií. Z toho 12 500 je CETTA 80 a 21 500 zbytek exteriérových žaluzií. Tyto žaluzie byly vyrobeny při čase 74,1 minut na jednotku.

#### Nové kapacity

Abychom spočítali nové kapacity výroby, je nejprve nutné si uvědomit, které ušetřené časy platí pro všechny exteriérové žaluzie a které jen pro CETTA 80. Pro všechny exteriérové žaluzie platí První transformace a IT podpora. Pro CETTA 80 platí předchozí ušetřené časy a Druhá transformace. Nyní spočítáme možné kapacity linky.

#### Ostatní exteriéry

$$\text{Nová kapacita}(ks) = \text{Současná kapacita} \times \frac{\text{Čas jednoho kusu}}{\text{Nový čas jednoho kusu}}$$

$$\text{Nová kapacita}(ks) = 21\,500 \times \frac{74,1}{68,1}$$

$$\text{Nová kapacita} \cong \underline{23\,394\,ks}$$

$$\text{Navýšení}(ks) = \text{Nová kapacita} - \text{Současná kapacita}$$

$$\text{Navýšení}(ks) = 23\,394 - 21\,500$$

$$\text{Navýšení} = \underline{1\,894\,ks}$$

$$\text{Nárůst (\%)} = \frac{\text{Nová kapacita}}{\text{Současná kapacita}} \times 100 - 100$$

$$\text{Nárůst (\%)} = \frac{23\,394}{21\,500} \times 100 - 100$$

$$\text{Nárůst} = \underline{8,8 \, \%}$$

## **CETTA 80**

$$\text{Nová kapacita(ks)} = \text{Současná kapacita} \times \frac{\text{Čas jednoho kusu}}{\text{Nový čas jednoho kusu}}$$

$$\text{Nová kapacita(ks)} = 12\,500 \times \frac{74,1}{55,1}$$

$$\text{Nová kapacita} \cong \underline{16\,810 \text{ ks}}$$

$$\text{Navýšení (ks)} = \text{Nová kapacita} - \text{Současná kapacita}$$

$$\text{Navýšení (ks)} = 16\,810 - 12\,500$$

$$\text{Navýšení} = \underline{4\,310 \text{ ks}}$$

$$\text{Nárůst (\%)} = \frac{\text{Nová kapacita}}{\text{Současná kapacita}} \times 100 - 100$$

$$\text{Nárůst (\%)} = \frac{16\,810}{12\,500} \times 100 - 100$$

$$\text{Nárůst} = \underline{34,5 \, \%}$$

## 5 Ekonomický rozbor řešení materiálového toku

Tato kapitola hraje klíčovou roli v logistice, ale i změně materiálového toku, popřípadě změně technologického postupu. Pokud se nám provedené změny a s tím spojená investice vrátí například až za 7 let, pak je tato investice zbytečná. Dříve totiž než se nám vrátí samotná investice, se zkonstruuje díky pokroku technologie mnohem výhodnější varianta. Optimální doba návratnosti je 1 – 3 roky.

### 5.1 Celkové náklady vybrané optimalizace

#### 5.1.1 Celkové náklady na optimalizaci

Tab. 5.1 Náklady

	Cena (Kč)
Dílenský jeřáb	5 190
C-hák	10 316
Konzolový regál	30 000
Přesun výroby TEX pásky	0
Automatizace vodítek trať 1	800 000
Automatizace vodítek trať 2	600 000
IT podpora	max. 5 000
Celkové náklady	1 450 506

Tato celková suma (1 450 506,-Kč) je hrubým odhadem. Tato částka se může měnit v závislosti na řadě faktorů. Například dílenský jeřáb a C-hák mohou být vyrobeny ve firmě. Ostatní položky jsou také oceněny přibližnou cenou. V částce pro automatizaci vodítek je započítána celková suma všech dílčích složek (vývoj, materiál, konstrukce, zkoušky apod.). I tato částka se může změnit v závislosti na vzniku technických problémů či ulehčení.

#### 5.1.2 Roční úspora

Tato roční úspora je počítána jako úspora peněz vydaných dělníkům za ušetřené úkony pro nové kapacity. V této úspoře není započítán zisk z výroby jednoho kusu žaluzie, které díky optimalizaci mohou být vyrobené navíc. Úkony navlékání TEX pásky

a nacvakávání vodítek spadají do platební skupiny T 64 (tj. 63,-Kč/hod.). Zadávání požadavků do válcovací tratě spadá do platební skupiny T 69 (tj. 94,-Kč/hod.)

*Ušetřená režie za TEX na kus (Kč)*

$$= \frac{\text{Hodinová mzda pro třídu T 64}}{60} \times \text{Ušetřené minuty}$$

$$\text{Ušetřená režie za TEX na kus (Kč)} = \frac{63}{60} \times 4$$

$$\text{Ušetřená režie za TEX na kus (Kč)} = \underline{4,2 \text{ Kč}}$$

*Ušetřená režie za vodítka na kus (Kč)*

$$= \frac{\text{Hodinová mzda pro třídu T 64}}{60} \times \text{Ušetřené minuty}$$

$$\text{Ušetřená režie za vodítka na kus (Kč)} = \frac{63}{60} \times 13$$

$$\text{Ušetřená režie za vodítka na kus} = \underline{13,65 \text{ Kč}}$$

*Ušetřená režie za naprogramování na kus (Kč)*

$$= \frac{\text{Hodinová mzda pro třídu T 69}}{60} \times \text{Ušetřené minuty}$$

$$\text{Ušetřená režie za naprogramování na kus (Kč)} = \frac{94}{60} \times 3$$

$$\text{Ušetřená režie za naprogramování na kus} = \underline{3,13 \text{ ks}}$$

## **Ostatní exteriéry**

*Ušetřené peníze na kus (Kč)*

$$= \text{Ušetřená režie za TEX} + \text{Ušetřená režie za naprogramování}$$

$$\text{Ušetřené peníze na kus (Kč)} = 4,2 + 3,13$$

$$\text{Ušetřené peníze na kus} = \underline{7,33 \text{ Kč}}$$

$$\text{Ušetřené peníze za rok (Kč)} = \text{Nová kapacita} \times \text{Ušetřené peníze na kus}$$

$$\text{Ušetřené peníze za rok (Kč)} = 23\,394 \times 7,33$$

$$\text{Ušetřené peníze za rok} = \underline{171\,478 \text{ Kč}}$$

## **CETTA 80**

*Ušetřené peníze na kus (Kč)*

$$= \text{Ušetřená režie za TEX} + \text{Ušetřená režie za naprogramování} \\ + \text{Ušetřená režie za nacvakání vodítek}$$

$$\text{Ušetřené peníze na kus (Kč)} = 4,2 + 3,13 + 13,65$$

$$\text{Ušetřené peníze na kus} = \underline{20,98 \text{ Kč}}$$

$$\text{Ušetřené peníze za rok (Kč)} = \text{Nová kapacita} \times \text{Ušetřené peníze na kus}$$

$$\text{Ušetřené peníze za rok (Kč)} = 16\,810 \times 20,98$$

$$\text{Ušetřené peníze za rok} = \underline{352\,674 \text{ Kč}}$$

### 5.1.3 Celková úspora za rok

*Celková úspora za rok (Kč) = Úspora za ostatní exteriéry + Úspora za CETTA 80*

*Celková úspora za rok (Kč) = 171 478 + 352 674*

*Celková úspora za rok = 524 151 Kč*

Tato částka představuje celkovou úsporu vydaných režii za rok při nových kapacitách linky. Tato úspora je počítána z ušetřených kritických míst výrobku CETTA 80, ale i ostatních exteriérových žaluzií.

### 5.1.4 Návratnost investice

*Doba návratnosti (roky) =  $\frac{\text{Celkové náklady}}{\text{Celková úspora za rok}}$*

*Doba návratnosti (roky) =  $\frac{1\,450\,506}{524\,151}$*

*Doba návratnosti = 2,76 roku*

Dobu návratnosti jsem vypočítal na dva a třičtvrtě roku. Návratnost investice jsem počítal pouze u ušetřených režii dělníků. V této návratnosti není započítán čistý zisk z navýšených kapacit žaluzií (tj. 6204 ks). V takovém případě je už při 200,- Kč/ks čistého zisku byla návratnost méně než 1 rok.

## 6 Celkové zhodnocení přínosu bakalářské práce

Pro zpracování této bakalářské práce byly použity informace ze seznamu doporučené literatury. Dále byly použity výkresy haly V 20 a výkres linky CETTA 80. Z firmy byl dále použit technologický potup pro linku CETTA 80 a další nezbytně nutné interní informace. Při zpracovávání údajů byla nezbytná spolupráce s vedoucími pracovníky firmy, kteří byli vždy ochotni prokonzultovat dané data, odpovědět na mé dotazy a rozšířit mé teoretické znalosti o znalosti z praxe.

Ke kompletnímu zpracování současného stavu bylo vytvořené schéma toku materiálu, schéma rozmístění dělníků na lince, rozdělení linky na čtyři hlavní oblasti pracovišť a podrobný popis jednotlivých úkonů na daných pracovištích. Každé oblasti pracovišť jsem přiřadil písmeno, kterým bylo dané pracoviště označováno v celé bakalářské práci. Na základě získaných časů nutných pro výrobu jednoho kusu žaluzie, ať už celkového času pro úkony, nebo celkového času výroby jednoho kusu žaluzie, byly navrženy dvě možné varianty řešení.

Obě varianty by měly být zefektivněním toku materiálu linky CETTA 80. Obě varianty kladou důraz na nejkratší materiálový tok, ale také na zvýšení kapacity linky, při kterém by došlo k navýšení výroby, ke zvýšení příjmů a tím i k posílení konkurence schopnosti, díky menšímu procentu stálých výdajů (výdaje za elektřinu, topení apod.) na jeden kus.

První varianta byla navržena z důvodu nutného zvýšení kapacity rolí v hale. V případě nedostatku při současném stavu bylo nutné dojet pro role do vedlejšího skladu a tím vznikaly prostoje. Dále se zde řeší přesun pracovišť, kde by pak došlo ke zkrácení trasy toku materiálu. Díky použití konzolového regálu můžeme přímo na lince uskladnit až 256 svitků, a z toho může být až 32 druhů barev RALu ihned k dispozici.

Druhá varianta byla navržena pro zkrácení času kritické cesty ve výrobě na lince. Díky transformaci některých úkonů na jiné pracoviště, již nebyly tyto časy v kritické cestě a tudíž se zkrátila doba výroby jednoho kusu žaluzie až o 20,98 minut. Tato varianta byla nákladnější pro realizaci a to v hodnotě 1 450 506,- Kč, nicméně díky značných úsporám, které jsou jen na režii dělníků 524 151,-Kč, ale i ze zisku žaluzií vyrobených navíc, dojde k návratu investice do 1 roku.

Obě varianty lze použít na lince, kde dojde k úspoře času. Nejlepší volba je kombinace těchto dvou variant. Z první vzít návrh změny skladovací plochy a k tomu použít druhou variantu řešení. Vzhledem k návratnosti investice a další roční úspory a zisku v řádech miliónu, je dle mého názoru kombinace těchto variant vhodnou a nutnou změnou.



## 7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracování optimalizace toku materiálu, navýšení kapacit linky a skladovacího prostoru ve firmě ISOTRA a.s.

Firma ISOTRA a.s. se zabývá velkovýrobou stínící techniky, především žaluzií. Největší příjmy firmy tvoří exteriérové žaluzie, které jsou poslední dobou na trhu čím dál více žádanější. Lepší konkurenceschopnost firmy, především vlastního růstu a navýšení kapacit samotné výroby dalo za vznik této bakalářské práci.

Úvodní kapitola je zjednodušený teoretický pohled na problematiku logistiky. Dále pojednává o představení firmy ISOTRA a.s. a o jejím portfoliu.

Další kapitola se zabývá současným stavem linky pro výrobu exteriérových žaluzií typu CETTA 80. Popisuje pracoviště linky rozdělená pro přehlednost do čtyř bloků. V každém bloku jsou popsány jednotlivé úkony spojené s danými pracovišti.

V druhé kapitole jsou navrženy dvě varianty řešení toku materiálu linkou, popřípadě skladovými možnostmi či transformací výroby.

Ve dvou předposledních kapitolách nalezneme výběr vhodné varianty. V našem případě kombinaci obou variant, kde došlo ke sjednocení funkčních prvků obou variant. Níže nalezneme jak časovou úsporu, tak také výši počáteční investice a její návratnost. Pro úplnost je zde i roční úspora.

Na závěr bakalářské práce nalezneme celkové zhodnocení této práce, včetně s dosaženými hodnotami úspory peněz i času.

## 8 Použité zdroje

[1] VANĚČEK, D. *Logistika*. 2. vyd., přeprac. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998, 216 s. ISBN 80-704-0323-3.

[2] Logistika. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.logistika.cz/>

[3] Logistika. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.logistika.cz/>

[4] SMETANA, J. Projektování technologických pracovišť: určeno pro posl. fak. strojní a elektrotechn. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990, 191, II s. ISBN 80-707-8033-9.

[5] SVOBODA, B. *Standardizace technologie a modernizace strojírenské technologie*. 1. vyd. Praha: Technické literatury, 1966, 65 s.

[6] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: <http://www.isotra.cz/certifikaty-kvality>

[7] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/venkovni-hlinikove-zaluzie-cetta-80>

[8] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/venkovni-hlinikove-zaluzie-cetta-80>

[9] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/terasove-markyzy>

[10] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/kosova-markyza-laura>

[11] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/moderni-rolety-reflexol-103--screenove-rolety#!prettyPhoto>

[12] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/exterierove-rolety-plasterax>

[13] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/prirodni-zaluzie-ze-dreva-woodlite-50>

[14] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/vertikalni-zaluzie-latkove>

[15] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/japonske-rolety-japonske-zaluzie>

[16] ISOTRA. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/japonske-rolety-japonske-zaluzie>

- [17] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/interierova-latkova-roleta-sunlite>
- [18] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/zaluzie-plisse--s-zaluziemi-plise-dotvorite-vzhled-sveho-domova>
- [19] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/nastrojarna>
- [20] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/nastrojarna>
- [21] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/vlastni-technologie>
- [22] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/o-nas>
- [23] ISOTRA. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.isotra.cz/vlastni-technologie>
- [24] KOVO Kubů. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.kovokubu.cz/index.php?nid=11078&lid=CZ&oid=2719354&epc=R8>
- [25] KREDIT. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.kredit.cz/vyroby/sklady/pojizdne-regaly/pojizdne-konzolove-regaly-mobikant/>
- [26] A J Produkty. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
[http://www.ajprodukty.cz/transport-a-manipulace/zdvihaci-voziky-zvedaky/zvedak/463600-59327.wf#/Product/ShowAttValues?productId=33312&sAttValues=59332\\_56529\\_&pageID=463600](http://www.ajprodukty.cz/transport-a-manipulace/zdvihaci-voziky-zvedaky/zvedak/463600-59327.wf#/Product/ShowAttValues?productId=33312&sAttValues=59332_56529_&pageID=463600)
- [27] A J Produkty. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
[http://www.ajprodukty.cz/transport-a-manipulace/zdvihaci-voziky-zvedaky/rucni-hydraulicky-zdvihak/463600-59336.wf#/Product/FilterProductAttributeValues?prodID=33314&sProdID=33314&sAttValues=59343\\_&attValue=59339&pageID=463600](http://www.ajprodukty.cz/transport-a-manipulace/zdvihaci-voziky-zvedaky/rucni-hydraulicky-zdvihak/463600-59336.wf#/Product/FilterProductAttributeValues?prodID=33314&sProdID=33314&sAttValues=59343_&attValue=59339&pageID=463600)
- [28] DELTALIFT. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:  
<http://www.cs.deltalift.cz/lehky-rucni-vysokozdvizny-vozik-cyse40-15-0-4t-zdv-1500mm-2/>
- [29] DELTALIFT. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:

<http://www.cs.deltalift.cz/dilensky-jerab-gwk-2000-2t/>

[30] TEDOX. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:

<http://www.tedox.cz/c-haky-preklapeci>

[31] VINGU. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:

<http://www.vingu.cz/katalog/traverzy-c-haky-eurovidle/c-haky>

[32] Miroslav Bazala – zdvihací zařízení. [online]. [cit: 2013-05-19]. Dostupné z:

<http://www.manipulacni-technika.cz/katalog/manipulacni-technika/c-haky.html>

## **9 Seznam příloh**

Příloha A: BAK2013 001 Nová hala V20

Příloha B: BAK2013 002 Dělníci - současné

Příloha C: BAK2013 003 Dělníci - nově

Příloha D: BAK2013 004 Tok materiálu

Příloha E: Zjednodušený technologický postup-současný

Příloha F: Zjednodušený technologický postup-nový

Příloha G: BAK2013 007 Schéma konzolový kombinovaný

Příloha H: BAK2013 008 Schéma konzolový řadový

## **Poděkování**

Na tomto místě bych jsem chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Pavlovi Skalíkovi a Ing. Vladimíře Schindlerové z VŠB-TU v Ostravě za odborné vedení a poskytování důležitých rad a připomínek při zpracování bakalářské práce. Dále Ing. Petru Heinrichovi z ISOTRA a.s. za konzultace a cenné připomínky z praxe. Samozřejmě by jsem chtěl poděkovat svým rodičům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.